

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-318442

(43)Date of publication of application : 08.12.1995

(51)Int.Cl.

G01L 3/10

(21)Application number : 06-108400

(71)Applicant : TOYO A TEC KK

(22)Date of filing : 23.05.1994

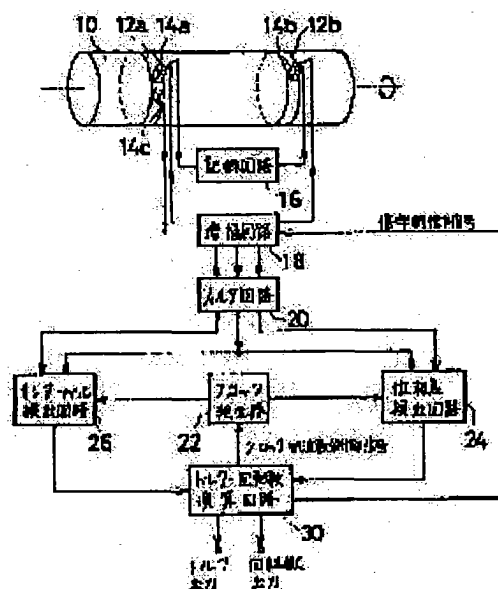
(72)Inventor : HATA SHINICHI  
YAMANAKA TOSHIO

## (54) TORQUE DETECTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect the torque with high accuracy regardless of rotating speed of a rotary shaft member.

**CONSTITUTION:** When a rotary shaft member 10 rotates, magnetic heads 12a and 12b reproduce a first position signal and a second position signal respectively recorded on magnetic recording layers 14a and 14b, and an amplifying circuit 18 amplifies respective reproducing signals, and inputs them to a phase difference detecting circuit 24. The phase difference detecting circuit 24 counts clock signals generated from a clock generator 22 in the phase difference time up to the reproducing time of the second position signal from the reproducing time of the first position signal, and inputs the count number to a torque-rotating speed operation circuit 30. The torque-rotating speed operation circuit 30 performs operation on torque acting on the rotary shaft member 10 according to the count number or the like, and increases amplifying power in the amplifying circuit 18 and decreases a frequency of the clock signals as rotating speed of the rotary shaft member 10 becomes low.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-318442

(43)公開日 平成7年(1995)12月8日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

G 0 1 L 3/10

識別記号

庁内整理番号

B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平6-108400

(22)出願日 平成6年(1994)5月23日

(71)出願人 391003668

トーヨーエイトック株式会社

広島県広島市南区宇品東5丁目3番38号

(72)発明者 秦 ▲慎▼一

広島市南区宇品東5丁目3番38号 トーヨ

ーエイトック株式会社内

(72)発明者 山中 敏雄

広島市南区宇品東5丁目3番38号 トーヨ

ーエイトック株式会社内

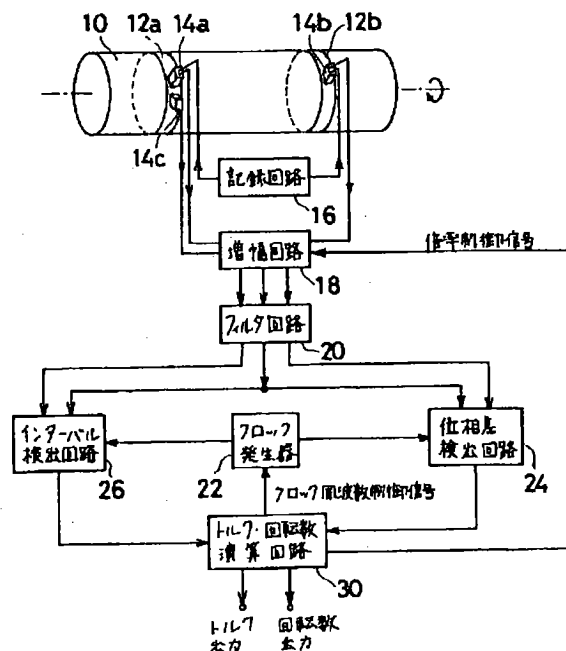
(74)代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

(54)【発明の名称】 トルク検出装置

(57)【要約】

【目的】 回転軸部材の回転速度にかかわらず、そのトルクを高い精度で検出する。

【構成】 回転軸部材10の回転中、磁気ヘッド12a、12bは磁気記録層14a、14bにそれぞれ記録された第1位置信号及び第2位置信号を再生し、増幅回路18は各再生信号を増幅して位相差検出回路24に入力する。位相差検出回路24は、上記第1位置信号の再生時点から第2位置信号の再生時点までの位相差時間においてクロック発生器22から発生するクロック信号をカウントし、そのカウント数をトルク・回転数演算回路30に入力する。トルク・回転数演算回路30は、上記カウント数等に基づいて上記回転軸部材10に作用するトルクを演算するとともに、回転軸部材10の回転速度が低いほど、上記増幅回路18における増幅倍率を上げ、上記クロック信号の周波数を下げる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸部材の周面上に設けられる磁気記録体と、上記回転軸部材の軸方向に互いに離間した位置に設けられ、上記磁気記録体に対向する第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドと、上記回転軸部材にトルクが作用していない状態で上記第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドを各々介して上記磁気記録体に第1位置信号及び第2位置信号をそれぞれ記録させる記録手段と、上記回転軸部材の回転中に上記第1磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点と上記第2磁気ヘッドにより上記第2位置信号が再生される時点との差である位相差を検出する位相差検出手段と、上記第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドで再生された位置信号を増幅してから上記位相差検出手段に入力する増幅手段と、上記回転軸部材の回転速度に対応する値を検出する回転速度検出手段と、この回転速度検出手段で検出された値と上記位相差検出手段で検出された位相差とに基づいて上記回転軸部材に作用するトルクを演算し出力するトルク演算手段とを備えたトルク検出装置において、上記増幅手段を増幅倍率変更可能に構成するとともに、上記回転軸部材の回転速度が低いほど上記増幅手段による増幅倍率を上げる倍率制御手段を備えたことを特徴とするトルク検出装置。

【請求項2】 回転軸部材の周面上に設けられる磁気記録体と、上記回転軸部材の軸方向に互いに離間した位置に設けられ、上記磁気記録体に対向する第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドと、上記回転軸部材にトルクが作用していない状態で上記第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドを各々介して上記磁気記録体に第1位置信号及び第2位置信号をそれぞれ記録させる記録手段と、クロック信号を発生させるクロック発生手段と、上記第1磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点から上記第2磁気ヘッドにより上記第2位置信号が再生される時点までの期間内で上記クロック信号をカウントすることにより両位置信号の再生時点の差である位相差を検出する位相差検出手段と、上記回転軸部材の回転速度に対応する値を検出する回転速度検出手段と、この回転速度検出手段で検出された値と上記位相差検出手段で検出された位相差とに基づいて上記回転軸部材に作用するトルクを演算し出力するトルク演算手段とを備えたトルク検出装置において、上記クロック発生手段を上記クロック信号の周波数が可変となるように構成するとともに、上記回転軸部材の回転速度が低いほど上記クロック信号の周波数を低下させる周波数制御手段を備えたことを特徴とするトルク検出装置。

【請求項3】 請求項2記載のトルク検出装置において、上記回転速度検出手段として、上記第1磁気ヘッドから回転軸部材の周方向に所定離間角度だけ離れた位置に第3磁気ヘッドを設けるとともに、上記第1磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点から上記第3磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点

までの期間内で上記クロック発生手段より発生したクロック信号をカウントすることにより上記第1磁気ヘッドによる再生時点と上記第3ヘッドによる再生時点との時間差を検出する時間差検出手段を備えたことを特徴とするトルク検出装置。

【請求項4】 請求項3記載のトルク検出装置において、上記時間差検出手段によるクロックカウント数を予め設定された範囲内に収める方向に上記クロック信号の周波数を制御するように上記周波数制御手段を構成したことを特徴とするトルク検出装置。

【請求項5】 請求項3または4記載のトルク検出装置において、増幅倍率変更可能に構成され、上記第1磁気ヘッド、第2磁気ヘッド、及び第3磁気ヘッドで再生された位置信号を上記増幅倍率で増幅してから上記位相差検出手段に入力する増幅手段と、上記周波数制御手段により制御されるクロック信号周波数が低いほど上記増幅手段による増幅倍率を上げる倍率制御手段とを備えたことを特徴とするトルク検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車等の動力伝達軸をはじめとする回転軸部材に作用するトルクを検出するための装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、上記のような回転軸部材のトルクを検出する手段として、特開平6-34461号公報に示されるような磁気記録型トルク検出装置が知られている。この装置は、上記回転軸部材の周面上に磁気記録体を形成し、この磁気記録体に対し、互いに軸方向に離間した位置に第1位置信号及び第2位置信号をそれぞれ記録した後、回転軸部材の回転中に上記各位置信号をそれぞれ第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドで再生し、これらの磁気ヘッドによる位置信号の再生時点の時間差（すなわち位相差）と、回転軸部材の回転速度とに基づいて回転軸部材のねじれ角を演算し、このねじれ角と上記回転軸部材の形状寸法とに基づいてトルクを演算するように構成されている。

【0003】 このような装置によれば、簡単な構造で正確に回転軸部材のトルクを検出することが可能である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記装置には、次のような解決すべき課題がある。

【0005】 A) 図7(a)に示すように、各磁気ヘッドで再生される信号の強度（すなわち電圧）は、軸の回転速度に比例する。すなわち、各磁気ヘッドと磁気記録体との相対速度が小さい低速回転時には信号電圧が低く、上記相対速度が大きい高速回転時には信号電圧が高くなる。従って、上記磁気ヘッドで再生される信号を増幅する場合、その増幅倍率を低く設定すると、低速回転時において検出に十分な信号強度が得られず、逆に増幅

倍率を高く設定すると、アンプ出力が飽和して正確な波形が得られなくなり、測定精度が悪化するおそれがある。このため、増幅倍率の設定が非常に難しく、特に、回転速度の変動幅が大きい場合にはその全域にわたって正確なトルク検出を行うことはできない。

【0006】B) 一般に、上記第1磁気ヘッドによる信号再生時点から上記第2磁気ヘッドによる信号再生時点までのインターバル時間(すなわち位相差)の計測は、クロック発生器によりクロック信号(パルス信号)を発生させながら、上記第1磁気ヘッドにより信号再生されてから上記第2磁気ヘッドにより信号再生されるまで上記クロック信号をカウントするといった手段がよく用いられる。ここで、上記インターバル時間は図7(b)に示すように回転軸の軸速度に反比例するため、低速回転時には上記インターバル時間でのクロックカウント数が多く、逆に高速回転時にはクロックカウント数が少なくなる。このカウントを行うカウンタの容量には限りがあるので、上記クロック発生器によるクロック信号の発信周波数を高く設定すると、低速運転時において上記インターバル時間にカウントされるクロックカウント数が上記カウンタの容量をオーバーしてしまい(カウントオーバーフロー)、測定不可能となってしまう、逆に上記発信周波数を低く設定すると、高速回転時において上記インターバル時間に得られるクロックカウント数が非常に小さくなって精度の高い測定を行うことができなくなる。従って、クロック信号の周波数設定が非常に難しく、特に、回転速度の変動幅が大きい場合にはその全域にわたって正確なトルク検出を行うことはできない。

【0007】本発明は、このような事情に鑑み、磁気記録型トルク検出装置において、回転軸部材の回転速度が大きく変動する場合にもこれに対応して正確なトルク検出を行うことができるものを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための手段として、本発明は、回転軸部材の周面上に設けられる磁気記録体と、上記回転軸部材の軸方向に互いに離間した位置に設けられ、上記磁気記録体に対向する第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドと、上記回転軸部材にトルクが作用していない状態で上記第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドを各々介して上記磁気記録体に第1位置信号及び第2位置信号をそれぞれ記録させる記録手段と、上記回転軸部材の回転中に上記第1磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点と上記第2磁気ヘッドにより上記第2位置信号が再生される時点との差である位相差を検出する位相差検出手段と、上記第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドで再生された位置信号を増幅してから上記位相差検出手段に入力する増幅手段と、上記回転軸部材の回転速度に対応する値を検出する回転速度検出手段と、この回転速度検出手段で検出された値と上記

位相差検出手段で検出された位相差とに基づいて上記回転軸部材に作用するトルクを演算し出力するトルク演算手段とを備えたトルク検出装置において、上記増幅手段を増幅倍率変更可能に構成するとともに、上記回転軸部材の回転速度が低いほど上記増幅手段による増幅倍率を上げる倍率制御手段を備えたものである(請求項1)。

【0009】また本発明は、回転軸部材の周面上に設けられる磁気記録体と、上記回転軸部材の軸方向に互いに離間した位置に設けられ、上記磁気記録体に対向する第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドと、上記回転軸部材にトルクが作用していない状態で上記第1磁気ヘッド及び第2磁気ヘッドを各々介して上記磁気記録体に第1位置信号及び第2位置信号をそれぞれ記録させる記録手段と、クロック信号を発生させるクロック発生手段と、上記第1磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点から上記第2磁気ヘッドにより上記第2位置信号が再生される時点までの期間内で上記クロック信号をカウントすることにより両位置信号の再生時点の差である位相差を検出する位相差検出手段と、上記回転軸部材の回転速度に対応する値を検出する回転速度検出手段と、この回転速度検出手段で検出された値と上記位相差検出手段で検出された位相差とに基づいて上記回転軸部材に作用するトルクを演算し出力するトルク演算手段とを備えたトルク検出装置において、上記クロック発生手段を上記クロック信号の周波数が可変となるように構成するとともに、上記回転軸部材の回転速度が低いほど上記クロック信号の周波数を低下させる周波数制御手段を備えたものである(請求項2)。

【0010】この装置では、上記回転速度検出手段として、上記第1磁気ヘッドから回転軸部材の周方向に所定離間角度だけ離れた位置に第3磁気ヘッドを設けるとともに、上記第1磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点から上記第3磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生される時点までの期間内で上記クロック発生手段より発生したクロック信号をカウントすることにより上記第1磁気ヘッドによる再生時点と上記第3ヘッドによる再生時点との時間差を検出する時間差検出手段を備えたものが好適である(請求項3)。

【0011】これに加え、上記時間差検出手段によるクロックカウント数を予め設定された範囲内に収める方向に上記クロック信号の周波数を制御するように上記周波数制御手段を構成したり(請求項4)、増幅倍率変更可能に構成され、上記第1磁気ヘッド、第2磁気ヘッド、及び第3磁気ヘッドで再生された位置信号を上記増幅倍率で増幅してから上記位相差検出手段に入力する増幅手段と、上記周波数制御手段により制御されるクロック信号周波数が低いほど上記増幅手段による増幅倍率を上げる倍率制御手段とを備えたりする(請求項5)ことにより、さらに好ましいものとなる。

【0012】

【作用】請求項1記載の装置によれば、低速回転時、すなわち、両磁気ヘッドと磁気記録体との相対速度が小さくて両磁気ヘッドによる再生信号の強度が低い時には、比較的高い倍率で上記再生信号が増幅される一方、上記相対速度が大きくて上記再生信号の強度が高い高速回転時には、比較的低い倍率で上記再生信号が増幅される。このため、回転軸部材の回転速度にかかわらず、位相差検出手段には常に適当な強度の増幅済再生信号が入力されることになり、この再生信号に基づいて正確な位相差検出及びトルク演算が実行される。

【0013】請求項2記載の装置によれば、低速回転時、すなわち、第1磁気ヘッドにより上記第1位置信号が再生された時点から上記第2磁気ヘッドにより上記第2位置信号が再生された時点までの時間が長い運転時には、上記時間（すなわち位相差）を計測するためのクロック信号の周波数として比較的低い周波数が設定され、逆に、上記時間が短い高速回転時には、上記クロック信号の周波数として比較的高い周波数が設定される。このため、回転軸部材の回転速度にかかわらず、上記時間内にクロック信号がカウントされる数は適当な範囲に収められることになり、このカウント数に基づいて正確な位相差検出及びトルク演算が実行される。

【0014】ここで、請求項3記載の装置では、上記第1磁気ヘッドで上記第1位置信号が再生される時点より、この第1磁気ヘッドから回転軸部材の周方向に所定離間角度だけ離れた第3磁気ヘッドで上記第1位置信号が再生される時点まで、上記クロック発生手段によるクロック信号がカウントされる。このカウント数と上記クロック周波数とにより、回転軸部材の回転速度を把握することが可能である。

【0015】より具体的に、請求項4記載の装置では、上記時間差検出手段によるクロックカウント数を予め設定された範囲内に収める方向に上記クロック信号の周波数が制御されるため、特に回転軸部材の回転速度を演算しなくても、上記クロックカウント数をそのまま用いて迅速な周波数制御が実行される。

【0016】また、この装置では、結果的に回転軸部材の回転速度の大小に応じてクロック周波数が制御されるため、請求項5記載の装置のように、上記クロック信号周波数が低いほど増幅手段による増幅倍率を高める制御を行うことにより、上記クロック周波数制御と同時に、前記請求項1記載の装置と同様の適切な増幅倍率制御を迅速に行うことが可能になる。

【0017】

【実施例】本発明の一実施例を図1～図5に基づいて説明する。

【0018】図1に示す回転軸部材10は、図略の回転駆動装置に支持され、その中心軸回りに回転駆動されるようになっている。この回転軸部材の周面上において互いに軸方向に離間した位置には、リング状の第1磁気記

録層12a及び第2磁気記録層12bが配設されている。これら第1磁気記録層12a及び第2磁気記録層12bは、エポキシ系等の樹脂バインダ中にフェライト等の磁気粉末を分散させた磁気塗料を回転軸部材の外周面上にリング状に塗布したり、金属コバルト膜をリング状にメッキしたりすることにより、形成が可能である。

【0019】上記第1磁気記録層12a及び第2磁気記録層12bにそれぞれ対向する位置には、第1磁気ヘッド14a及び第2磁気ヘッド14bが配設され、上記第1磁気ヘッド14aから周方向に所定離間角度 $\theta_0$ だけ離間した位置に第3磁気ヘッド14cが設けられている。

【0020】さらに、この装置は、記録回路16、増幅回路18、フィルタ回路20、クロック発生器22、位相差検出回路24、インターバル検出回路26、及びトルク・回転数演算回路30を備えている。

【0021】記録回路16は、回転軸部材10がトルクを受けずに静止した状態で、所定の記録用パルス信号を第1磁気ヘッド14a及び第2磁気ヘッド14bに同時に送り、これら磁気ヘッド14a、14bを介して第1磁気記録層12a及び第2磁気記録層12b上に磁気パターンである第1位置信号及び第2位置信号をそれぞれ記録させるものである。

【0022】増幅回路18は、回転軸部材10の回転中、各磁気ヘッド14a、14b、14cにより再生される位置信号を増幅するものであり、その増幅倍率が可変となるように構成されている。フィルタ回路20は、上記増幅回路18で増幅された信号のうちトルク検出に必要な周波数成分のみを取り出して位相差検出回路24及びインターバル検出回路26に入力するものである。

【0023】クロック発生器22は、パルス信号であるクロック信号を発生させ、これを上記位相差検出回路24及びインターバル検出回路26に同時に出力するものであり、上記クロック信号の周波数が可変となるように構成されている。

【0024】位相差検出回路24は、上記回転軸部材10の回転中、第1磁気ヘッド14aにより第1位置信号が再生された時点から第2磁気ヘッド14bにより第2位置信号が再生される時点までの時間（以下、位相差時間と称する。）内でのみ、上記クロック発生器22より出力されるクロック信号のパルス数をカウントし、そのカウント数（位相差カウント数） $m_1$ をトルク・回転数演算回路30に入力するものである。

【0025】インターバル検出回路（時間差検出手段）26は、上記回転軸部材10の回転中、第1磁気ヘッド14aにより第1位置信号が再生された時点から第3磁気ヘッド14cにより再び上記第1位置信号が再生される時点までの時間（以下、インターバル時間と称する。）内でのみ、上記クロック発生器22より出力されるクロック信号のパルス数をカウントし、そのカウント

数(インターバルカウント数)  $m_{13}$  をトルク・回転数演算回路30に入力するものである。

【0026】トルク・回転数演算回路30は、上記位相差検出回路24及びインターバル検出回路26の出力信号に基づいて演算制御動作を実行するものであり、具体的には図2に示すような機能構成を有している。

【0027】同図において周波数制御手段32は、上記インターバル検出回路26から出力されるインターバルカウント数  $m_{13}$  に基づき、このインターバルカウント数  $m_{13}$  を上記インターバル検出回路26の最大可能カウント数  $M_{max}$  よりも小さい設定上限値  $M1$  以下でかつ予め設定された下限値  $M2$  ( $< M1$ ) 以上の範囲内に収める方向にクロック発生器22のクロック信号発振周波数(以下、クロック周波数と称する。)  $f$  を制御するものである。ここで、図3(a)に示すように回転軸部材10の低速回転時にはインターバル時間  $t1$  が長くなり、同図(b)に示すように回転軸部材10の高速回転時にはインターバル時間  $t2$  が短くなるため、低速回転時には比較的低いクロック周波数  $f1$  が設定され、逆に高速回転時には比較的高いクロック周波数  $f2$  が設定されることになる。

【0028】トルク演算手段34は、上記位相差検出回路24から出力される位相差カウント数  $m_{12}$  と、インターバル検出回路26から出力されるインターバルカウント数  $m_{13}$  と、第1磁気ヘッド14aと第3磁気ヘッド14cとの離間角度  $\theta_0$  とに基づき、回転軸部材10のねじれ角  $\theta$  を演算するとともに、このねじれ角  $\theta$  に基づき、回転軸部材10に作用しているトルク  $T$  を演算し、出力するものである。具体的に、これらねじれ角  $\theta$  及びトルク  $T$  は、位相差時間を  $\Delta t$ 、インターバル時間を  $t$  とすると、次式により演算される。

【0029】

$$\begin{aligned} \text{【数1】 } \theta &= (\Delta t / t) \cdot \theta_0 = (m_{12} / m_{13}) \cdot \theta_0 \\ T &= 2\pi G d^4 \cdot \theta / 64 L \end{aligned}$$

ここで、 $G$  は回転軸部材10の横弾性係数、 $d$  は回転軸部材の直径、 $L$  は磁気ヘッド14a、14b同士の軸方向離間距離である。

【0030】回転数演算手段36は、上記インターバルカウント数  $m_{13}$  と、上記離間角度  $\theta_0$  と、上記周波数制御手段32により制御されるクロック周波数  $f$  とに基づいて回転軸部材10の単位時間当たりの回転数(以下、単に回転数と称する。)  $N$  を演算し、出力するものである。

【0031】倍率制御手段38は、上記増幅回路18の増幅倍率  $g$  として複数の値を記憶しており、上記周波数制御手段32で制御されるクロック周波数  $f$  が低いほど、すなわち回転軸部材10の回転速度が低いほど、上記増幅倍率  $g$  として高い値を選択し、この倍率で上記増幅回路18に増幅動作を行わせるものである。従って、低速回転時には図4(a)に示すように比較的大きな倍

率  $g1$  が設定され、高速回転時には同図(b)に示すように比較的低い倍率  $g2$  が設定されることになる。

【0032】次に、この装置の作用を説明する。

【0033】まず、回転軸部材10がトルクを受けずに静止した状態で、記録回路16から第1磁気ヘッド14a及び第2磁気ヘッド14bに所定の記録用パルス信号が同時に出力され、これにより、第1磁気記録層12a及び第2磁気記録層12b上において各磁気ヘッド14a、14bが対向する位置に、磁気パターンである第1位置信号及び第2位置信号がそれぞれ記録される。

【0034】その後、回転軸部材10が回転駆動され、この回転軸部材10と各磁気ヘッド14a、14b、14cとの間に相対速度が生じると、上記第1位置信号の記録位置が第1磁気ヘッド14a及び第3磁気ヘッド14cと対向する度にこの第1位置信号が両磁気ヘッド14a、14cにより再生され、また、上記第2位置信号の記録位置が第2磁気ヘッド14bと対向する度にこの第2位置信号が第2磁気ヘッド14bにより再生される。詳しくは、上記回転軸部材10にねじれ変形が生じている場合には、第1磁気ヘッド14aによる第1位置信号の再生時点からねじれ角  $\theta$  分だけ遅れて第2磁気ヘッド14bによる第2位置信号の再生が行われ、また、上記第1磁気ヘッド14aによる第1位置信号の再生時点から前記離間角度  $\theta_0$  分だけ遅れてこの第1位置信号が第3磁気ヘッド14cにより再び再生される。

【0035】これらの再生位置信号は、増幅回路18により増幅され、フィルタ回路20で整形された状態で位相差検出回路24及びインターバル検出回路26に入力される。

【0036】位相差検出回路24は、上記回転軸部材10の回転中、位相差時間、すなわち、第1磁気ヘッド14aにより第1位置信号が再生された時点から第2磁気ヘッド14bにより第2位置信号が再生される時点までの時間内で、クロック発生器22より出力されるクロック信号のパルス数をカウントし、そのカウント数(位相差カウント数)  $m_{12}$  をトルク・回転数演算回路30に入力する。同様に、インターバル検出回路26は、インターバル時間、すなわち、第1磁気ヘッド14aにより第1位置信号が再生された時点から第3磁気ヘッド14cにより再び上記第1位置信号が再生される時点までの時間内で、上記クロック発生器22より出力されるクロック信号のパルス数をカウントし、そのカウント数(インターバルカウント数)  $m_{13}$  を上記トルク・回転数演算回路30に入力する。

【0037】ここで、トルク・回転数演算回路30は、図5のフローチャートに示すような演算制御動作を実行する。すなわち、各カウント数  $m_{12}$ 、 $m_{13}$  を読み込み(ステップS1)、インターバルカウント数  $m_{13}$  に基づいてクロック周波数  $f$  の制御を行う。まず、装置始動当初は、上記クロック周波数  $f$  として変更可能範囲で最高

の値を設定する。そして、上記インターバルカウンタ数  $m_{11}$  が、インターバル検出回路 26 の最大可能カウンタ数  $M_{max}$  未満であり（ステップ S2 で NO）、かつ、予め設定された許容範囲（すなわち上限値  $M1$  以下で下限値  $M2$  以上の範囲）内にある場合には（ステップ S3、S4 で NO）、現在のクロック周波数  $f$  を維持する。上記インターバルカウンタ数  $m_{11}$  が上記最大可能カウンタ数  $M_{max}$  未満であっても上記上限値  $M1$  を超える場合

（ステップ S3 で YES）には、このインターバルカウンタ数  $m_{11}$  が上記最大可能カウンタ数  $M_{max}$  を超える（すなわちカウンタオーバーフローが発生する）のを未然に防ぐため、カウンタ周波数  $f$  を下げる（ステップ S5）。逆に、上記インターバルカウンタ数  $m_{11}$  が下限値  $M2$  を下回る場合には（ステップ S4 で YES）、インターバルカウンタ数  $m_{11}$  を増やすべく上記クロック周波数  $f$  を増加する（ステップ S6）。

【0038】このように、クロック周波数  $f$  の大小は現時点でのインターバルカウンタ数  $m_{11}$  の大小と概ね対応しているため、このクロック周波数  $f$  が高い場合（すなわち実際の回転速度が大きいと予想し得る場合）には低い増幅倍率  $g$  を選出し、逆にクロック周波数  $f$  が低い場合には高い増幅倍率  $g$  を選出して、この増幅倍率  $g$  で増幅回路 18 に上記増幅動作を行わせる（ステップ S7）。そして、前記各カウンタ数  $m_{11}$ 、 $m_{12}$  等に基づいてトルク  $T$  及び回転数  $N$  の演算を行い、これを出力する（ステップ S8）。

【0039】一方、上記ステップ S2 でインターバルカウンタ数  $m_{11}$  が最大可能カウンタ数  $M_{max}$  に達している場合（ステップ S2 で YES）、すなわち、カウンタオーバーフローが既に発生している場合には、インターバルカウンタ数  $m_{11}$  を低減させるべく前記ステップ S7 と同様にクロック周波数  $f$  を下げるが（ステップ S9）、ここでは上記カウンタオーバーフローの発生で実際のインターバル時間の正確な測定が不可能な状態となっているため、トルク  $T$  及び回転数  $N$  の演算及びその出力は行わない。

【0040】なお、図 5 には示していないが、カウンタオーバーフローが発生していて（ステップ S2 で YES）しかもカウンタ周波数  $f$  が既に下限値まで下がっている場合（例えば回転軸部材 10 の回転速度が極めて小さい場合や回転軸部材 10 が急停止した場合）には、それ以上カウンタ周波数  $f$  を下げることができないため、測定不能である旨の警告信号を出力する等の処理を行うことが好ましい。これに対し、インターバルカウンタ数  $m_{11}$  が下限値  $M2$  未満で（ステップ S4 で YES）しかもカウンタ周波数  $f$  が既に上限値まで上がっている場合（回転軸部材 10 の回転が非常に速い場合）には、それ以上カウンタ周波数  $f$  を上げることはできず、その分精度は悪くなるが測定は可能であるため、そのまま測定動作を実行しても良いし、演算出力を止めて警告を行うよ

うにしてもよい。

【0041】以上のような制御動作が繰り返されることにより、基本的に、実際のクロック周波数  $f$  は上記インターバルカウンタ数  $m_{11}$  を好ましい範囲内に収める方向に制御され、このように周波数制御が行われるクロック信号を用いることにより、回転速度にかかわらず、位相差時間及びインターバル時間が正確に測定されることになる。また、上記クロック周波数  $f$  に基づいて上記ステップ S5 で増幅倍率  $g$  が制御されることにより、図 4

(a) (b) に示すように、低速回転時には大きな増幅倍率  $g1$  で増幅が行われ、逆に高速回転時には小さな増幅倍率  $g2$  で増幅が行われることになり、増幅後の信号強度は回転速度にかかわらず測定に適した強度に調節される。従って、この装置によれば、回転軸部材 10 の回転速度に大きな変動がある場合にも、常に高いトルク検出精度を確保することが可能である。

【0042】なお、本発明はこのような実施例に限定されず、次のような態様を採ることも可能である。

【0043】(1) 上記実施例では、クロック周波数  $f$  に基づいて増幅倍率  $g$  を選定するものを示したが、回転数演算手段 36 により演算される回転数  $N$  に基づいて倍率制御を行うことにより、より実際の回転速度に即した増幅倍率を設定できる。この場合、回転数  $N$  が高いほど、低い倍率を設定するようにすればよい。ただし、増幅倍率  $f$  にあまり高い精度が要求されない場合には、上記のように実際の回転速度にある程度対応するクロック周波数  $f$  に基づいて増幅倍率  $g$  を設定することにより、回転数  $N$  の演算結果を待つまでもなくより迅速に好ましい倍率を設定することが可能になる。

【0044】(2) 上記実施例では、共通のクロック発生器 22 を用いて位相差時間の検出及びインターバル時間の検出を行い、インターバルカウンタ数  $m_{11}$  に基づいてクロック周波数  $f$  を制御しているが、図 6 に示すように位相差検出専用のクロック発生器 22A とインターバル検出専用のクロック発生器 22B とを併用する場合には、位相差検出回路 24 による位相差カウンタ数  $m_{11}$  に基づいてクロック発生器 22A のクロック周波数制御を行うようにすればよい。ただし、この位相差カウンタ数  $m_{11}$  は実際のねじれ角  $\theta$  に対応するものなので、急激な変動が生じやすいのに対し、上記実施例のように共通のクロック発生器 22 を用いたインターバルカウンタ数  $m_{11}$  に基づきクロック周波数制御を行うようにすれば、回転数演算結果を待つまでもなく高精度の測定値をより安定して得ることができるとともに、クロック発生器 22 の共通化によって装置全体の低廉化及び小型化を進めることができる利点がある。

【0045】(3) 上記実施例に示した第 3 磁気ヘッド 14c を省略して別の手段で回転軸部材 10 の回転速度を検出し、この回転速度が高いほど、クロック周波数  $f$  を上げ、また増幅倍率  $f$  を下げるような制御を行うことも

可能である。また、位相差検出回路 24 としてカウント容量が非常に大きいものを用いる場合には、クロック周波数制御を省略して増幅倍率制御のみを行うようにしてもよいし、逆に、再生信号の強度の許容範囲が大きい場合には、増幅倍率制御を省略してクロック周波数制御のみを行うようにしてもよい。

【0046】(4) 図 1 及び図 6 には、回転軸部材 10 の全周にわたるリング状の磁気記録層 12a, 12b を示したが、本発明における磁気記録体は、周方向の一部にのみ配される円弧状のものであっても良いし、上記のよう

に 2 つの磁気記録層 12a, 12b に分割されずに軸方向に一体化されたものであってもよい。

【0047】

【発明の効果】請求項 1 記載の装置では、位相差検出用の第 1 磁気ヘッド及び第 2 磁気ヘッドによる再生信号を増幅してから位相差検出手段に入力するに際し、上記再生信号の強度が低い低速回転時には高い増幅倍率を設定し、上記再生信号の強度が高い高速回転時には低い増幅倍率を設定するようにしているので、回転軸部材の回転速度にかかわらず、常に適当な増幅倍率の再生信号の強度を得ることができ、この再生信号に基づいて正確な位相差検出についてはトルク演算を行うことができる効果がある。

【0048】請求項 2 記載の装置では、上記第 1 磁気ヘッドにより上記第 1 位置信号が再生された時点から上記第 2 磁気ヘッドにより上記第 2 位置信号が再生される時点までの位相差時間をクロック信号を用いて計測するに際し、上記位相差時間が長くなる低速回転時には、上記クロック信号の周波数を低くし、上記位相差時間が長くなる高速回転時には、上記クロック信号の周波数を高

めるようにしているので、回転軸部材の回転速度にかかわらず、上記時間内におけるクロックカウント数を常に適当な範囲に収めることができ、このカウント数に基づいて正確な位相差検出についてはトルク演算を行うことができる効果がある。

【0049】さらに、請求項 3 記載の装置では、上記第 1 磁気ヘッドで上記第 1 位置信号が再生される時点より、この第 1 磁気ヘッドから回転軸部材の周方向に所定離間角度だけ離れた第 3 磁気ヘッドで上記第 1 位置信号が再生される時点までの時間差を上記クロック発生手段

10

20

30

40

【0050】そして、請求項 4 記載のように、上記時間差検出手段によるクロックカウント数を予め設定された範囲内に収める方向に上記クロック信号の周波数を制御することにより、特別に回転軸部材の回転速度を演算しなくても、上記クロックカウント数をより確実に適当な範囲内に収めることができる効果がある。

【0051】また、請求項 5 記載の装置では、上記クロック信号周波数が低いほど増幅手段による増幅倍率を高める制御を行うようにしているので、簡単な構造で、上記クロック周波数制御と増幅倍率制御の双方を適切に行うことができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例におけるトルク検出装置の全体構成図である。

【図 2】上記トルク検出装置に設けられるトルク・回転数演算回路の機能構成を示すブロック図である。

【図 3】(a) は低速回転時に設定されるクロック周波数を示す説明図、(b) は高速回転時に設定されるクロック周波数を示す説明図である。

【図 4】(a) は低速回転時に設定される増幅倍率を示す説明図、(b) は高速回転時に設定される増幅倍率を示す説明図である。

【図 5】上記トルク・回転数演算回路において行われる演算制御動作を示すフローチャートである。

【図 6】上記トルク検出装置の変形例を示す全体構成図である。

【図 7】(a) は磁気記録型トルク検出装置における回転速度と再生信号強度との関係を示すグラフ、(b) は上記装置における回転速度と位相差時間との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

10 回転軸部材

12a 第 1 磁気記録層

12b 第 2 磁気記録層

14a 第 1 磁気ヘッド

14b 第 2 磁気ヘッド

14c 第 3 磁気ヘッド

16 記録回路

18 増幅回路

22 クロック発生器

24 位相差検出回路

26 インターバル検出回路 (時間差検出手段)

30 トルク・回転数演算回路

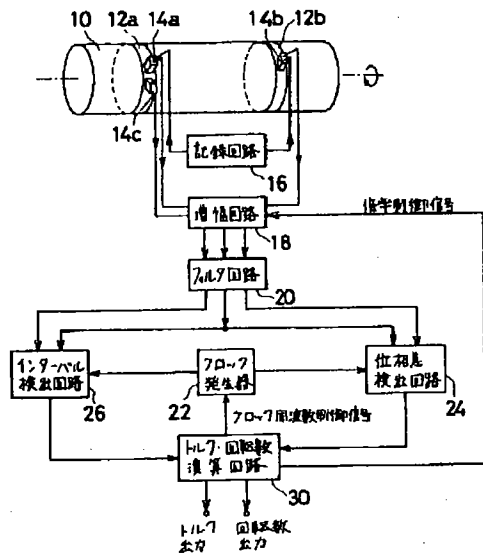
32 周波数制御手段

34 トルク演算手段

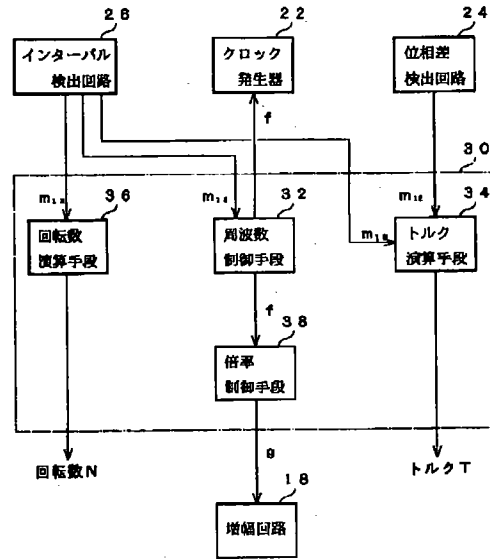
38 倍率制御手段



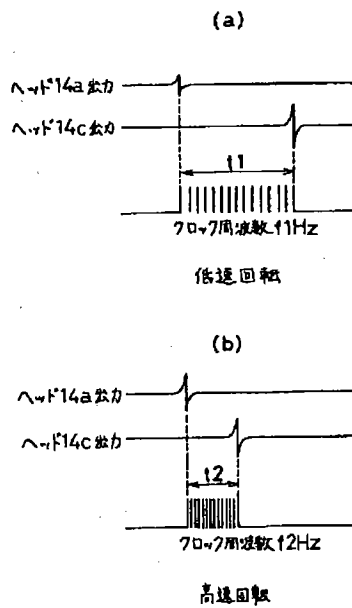
【図1】



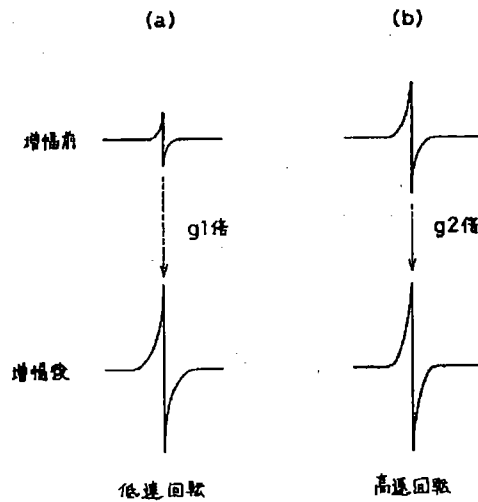
【図2】



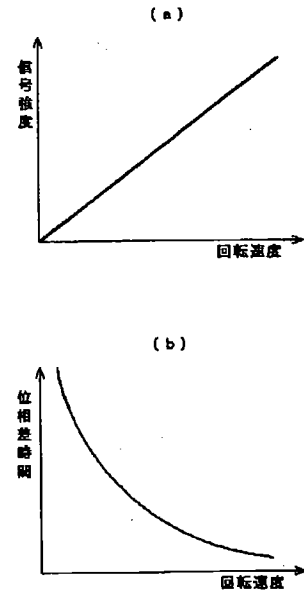
【図3】



【図4】



【図7】



【図5】

